

No active trail

DELPHION[Select CR](#)[Stop Track](#)[RESEARCH](#)[PRODUCTS](#)[INSIDE DELPHION](#)[Log Out](#) [Work Files](#) [Saved Searches](#)[My Account](#)Search: [Quick/Number](#) [Boolean](#) [Advanced](#) [Derwent](#)

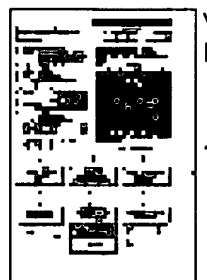
The Delphion Integrated View

Get Now: ☒ [PDF](#) | [File History](#) | [Other choices](#)Tools: Add to Work File: [Create new Work File](#)View: [INPADOC](#) | Jump to: [Top](#) [Go to: Derwent](#)[Email this to a](#)Title: **JP2003301850A2: ROLLER BEARING**Derwent Title: Roller bearing comprises automatic self-aligning roller bearing with inner and outer rings which contacts rollers at specific angle [\[Derwent Record\]](#)Country: **JP Japan**Kind: **A2 Document Laid open to Public inspection i**Inventor: **KIUCHI AKIHIRO;**Assignee: **NSK LTD**
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)Published / Filed: **2003-10-24 / 2002-04-10**Application Number: **JP2002000108283**IPC Code: Advanced: **F16C 19/22; F16C 33/62;**
Core: more...
IPC-7: **F16C 19/22; F16C 33/62; G01N 29/10;**Priority Number: **2002-04-10 JP2002000108283**Abstract: **PROBLEM TO BE SOLVED:** To elongate a rolling fatigue life in a well lubricated state without allowing the invasion of foreign matters while allowing a roller to easily slip between an inner ring and an outer ring.**SOLUTION:** In a self-aligning roller bearing 30 comprising a plurality of rollers 33 disposed in a circumferential direction between the inner ring 31 and the outer ring 32. A contact angle θ between the fiber flow of at least one bearing ring of the inner ring 31 and the outer ring 32 and the roller 33 is 15° or less. Supposing that the total circumference of a bearing surface \times maximum shear stress depth = sample volume, it is verified in a non-destructive inspection that the square root length of a defect in non-metal inclusion existing in the sample volume is 0.3 mm or less.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO

INPADOC Legal Status: None Get Now: [Family Legal Status Report](#)Family: [Show 6 known family members](#)

Other Abstract Info: None

[Nominate this for the Gallery...](#)



Copyright © 1997-2006 The Thomson Corp

[Subscriptions](#) | [Web Seminars](#) | [Privacy](#) | [Terms & Conditions](#) | [Site Map](#) | [Contact Us](#) | [Help](#)

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-301850
(P2003-301850A)

(43) 公開日 平成15年10月24日 (2003. 10. 24)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	特許出願公開番号
F 1 6 C 33/62		F 1 6 C 33/62	2 G 0 4 7
19/22		19/22	3 J 1 0 1
G 0 1 N 29/10	5 0 1	G 0 1 N 29/10	6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-108283 (P2002-108283)

(22) 出願日 平成14年4月10日 (2002. 4. 10)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 木内 昭広

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(74) 代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

Fターム(参考) 2G047 AA07 AC08 BA03 BB01 BB02

BB06 BC07 BC12 EA11 EA21

3J101 AA13 AA25 AA32 AA43 AA54

AA62 BA51 BA70 EA03 FA31

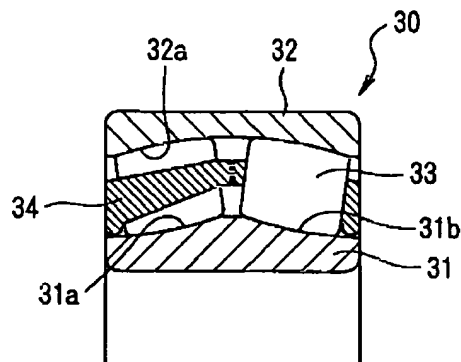
GA24

(54) 【発明の名称】 ころ軸受

(57) 【要約】

【課題】 ころと内、外輪との間にすべりが生じ易く、且つ、異物が侵入しない潤滑状態が良好な環境下での転がり疲れ寿命の延長を図る。

【解決手段】 内輪31と外輪32との間に複数のころ33が周方向に沿って配設された自動調心ころ軸受30であって、内輪31および外輪32のうちの少なくとも一方の軌道輪のファイバーフローところ33との接する角度 θ が15°以下であり、且つ、軌道面全周×最大せん断応力深さ=被検体積とした場合に、該被検体積内に存在する非金属介在物等の欠陥の平方根長さが0.3mm以下であることが非破壊検査により検証されている。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内輪と外輪との間に複数のころが周方向に沿って配設されたころ軸受であって、前記内輪および前記外輪のうちの少なくとも一方の軌道輪のファイバーフローと前記ころとの接する角度 θ が 15° 以下であり、且つ、軌道面全周×最大せん断応力深さ＝被検体積とした場合に、該被検体積内に存在する欠陥の平方根長さが 0.3 mm 以下であることが非破壊検査により検証されていることを特徴とするころ軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的には異物が混入しない環境下で使用され、玉軸受などに比べて負荷容量が高く、転動体としてのころと内、外輪の間にすべりが生じ易いころ軸受に関し、特に風力発電機用軸受などの高負荷、高剛性が要求される軸受に好適なころ軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】転がり軸受は、特に異物が侵入しない潤滑状態が良好な環境下では、軌道輪表面および表面直下に存在する非金属介在物が転がり疲れ寿命に大きな影響を及ぼすことは良く知られている。このため、従来はASTM STP1327 P252に記載されている様に、鋼中の大型介在物の存在確率を下げるため、鋼中の含有酸素量を低下させることで、長寿命化を図ってきた。

【0003】しかし、近年では含有酸素量の限定のみでは長寿命化との相関がつかない場合が出てきており、より清浄度の定量化を可能とした方法を利用して軸受の長寿命化に結び付けている。例えば、特開平6-145833号公報、特開平3-56640号公報、特開平5-117804号公報および特開平6-192790号公報等に記載されるように、顕微鏡観察により鋼材の一定面積中に存在する Al_2O_3 を主体とした酸化物系介在物やTi系介在物などの硬い介在物の個数を規定することで、長寿命を狙った技術がある。

【0004】これらの技術は、ある鋼材ロットの代表サンプルを検査することで、その鋼材ロットにて製作された軸受の長寿命化を狙ったものである。具体的な軸受の使用例に目を向けると、例えば風力発電機においては通常、球面ころ軸受、円錐ころ軸受、円筒ころ軸受などのころ軸受が使用されている。これらのころ軸受は、転動体となるころが、内、外輪の軌道面に対して外周面において線状に接触するため、転動体に玉を用いる玉軸受に比べて、負荷容量が高く剛性が大であり、且つ、すべり軸受に比べて焼きつきに対する信頼性が高く、長寿命という特徴を有している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したころ軸受は容易に負荷容量を上げることが可能なもの

の、線接触のため点接触である玉軸受に比べ、挙動が複雑になりやすく、例えばころと内輪、または外輪との間で滑りが生じる問題があり、この滑りを伴った場合に、異物が侵入しない潤滑状態が良好な環境下での転がり疲れ寿命についてはまだ不明な点が多く、研究課題となっている。

【0006】また、風力発電機に使用されるころ軸受については、軸受が破損した場合、発電機から軸受を外して交換する必要が生じて多大な損害を被ることになるため、発電機のメンテナンス上の観点から、軸受には長寿命化が求められる。従って、これらの軸受でははくりに直接結びつくような軌道面の内部欠陥を無くすることが求められている。

【0007】特に、複列の自動調心ころ軸受は、元来、転動体であるころが接触角を有して傾斜しており、これに加えて更に半径方向（ラジアル）および軸方向（アキシヤル）の両方の負荷を受ける構造をもつことから、ころが斜めになったまま転がったり、振れたまま転がったりする挙動が起こり、ころが滑りやすい。従って、寿命についてはすべりの少ない使用環境下で使用される軸受に比べ短くなる問題があり、しかも、潤滑条件が悪くなると、上記すべり挙動の傾向が増して摩擦が増大し、軌道面の早期はくりや軸受の発熱を招くなどし、はくりの起点が内部の大きな欠陥（大型介在物）からより表面近傍の小さな欠陥（大型介在物）でも起点となることになり、寿命がさらに短くなる問題がある。

【0008】更に、軸受の転走面に対する材料のファイバーフローと寿命の関係について、一般的には材料のファイバーフローが軸受の軸方向に平行に延びた形が寿命には良いとされ、軸受を製造する際の素材取りには工夫がされており、これまで定性的には軸受の転走面に対する材料のファイバーフローの角度と寿命との関係は示された例はあるが、寿命に有害な介在物の長さや寿命の影響について研究された例はない。

【0009】本発明はこのような技術的背景に鑑みてなされたものであり、ころと内、外輪との間にすべりが生じ易く、且つ、異物が侵入しない潤滑状態が良好な環境下での転がり疲れ寿命の延長を図ることができるころ軸受を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】ころ軸受は、潤滑状態が管理された環境下で使用される場合、転がり疲労を受けることで、軌道面上または軌道面直下（内部）に存在する大型の非金属介在物が起点となつてはくりすることが考えられる。このため、軸受に使用される鋼材の清浄度を向上させたり、軌道面上の介在物については全数磁粉探傷や漏洩磁束により検査を実施してきたが、軌道面直下（内部）の介在物については従来検出する方法が無かったため、検査を行ってなかった。

【0011】そこで、本発明者らは、特開平11-33

7530号公報で軸受の軌道面直下の大型非金属介在物を検出する方法について開示し、軸受軌道面の大型介在物を検出し、内部欠陥を保証可能な方法を提案してきた。この方法は、超音波探傷法を利用することで、軸受軌道面に存在する大きさ数十ミクロン〜数百ミクロン程度大型の介在物を検出可能とする方法である。

【0012】また、本発明者らは、特開2000-130447号公報などで、鉄鋼用軸受や鉄道車両用軸受に代表されるころ軸受について、軌道面全面×ころがり接触応力を受ける深さである転動体平均直径の2%深さの体積中に存在する大型介在物を限定することで、短寿命品をなくすることが出来る技術を提案している。その後、本発明者らが鋭意研究を行った結果、上記説明のように、特にすべりを伴う環境下で使用されるころ軸受の場合は、特開2000-130447号公報に開示された発明に比べて介在物の限定条件が厳しくなると共に、軸受の転走面に対する材料のファイバーフローと寿命の関係についても、すべりを伴う上記使用環境には長寿命を得るための限定条件があることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0013】即ち、本発明は、上記目的を達成するために、内輪と外輪との間に複数のころが周方向に沿って配設されたころ軸受であって、前記内輪および前記外輪のうちの少なくとも一方の軌道輪のファイバーフローと前記ころとの接する角度 θ が 15° 以下であり、且つ、軌道面全周×最大せん断応力深さ＝被検体積とした場合に、該被検体積内に存在する欠陥の平方根長さが 0.3 mm 以下であることが非破壊検査により検証されていることを特徴とする。

【0014】従来、一般的な使用環境下で、軸受の寿命に影響を及ぼす内部欠陥の長さとして、特開2000-130447号公報に該長さを 0.5 mm 以下とすることで長寿命が得られることを提案してきたが、すべりが伴う環境下の場合、それより厳しく 0.3 mm 以下とすることで長寿命効果が得られることが判った。これは、すべりが介在物周りの応力集中度を上げていることが原因と推定されると共に、潤滑状態が厳しくなるため、より最大せん断応力位置より浅い箇所にも過大な応力が発生し、はくりに至る頻度を向上させているのが原因と推定される。

【0015】さらに、すべりを伴う環境下では、従来あまり影響が少なかった軸受の転走面に対する材料のファイバーフローの角度 θ （軌道輪のファイバーフローところとの接する角度 θ ）が寿命に影響を及ぼすことが判った。その角度 θ は 15° 以下とすることで長寿命効果が認められ、さらに 10° 以下とすることで、さらに効果的であることが確認された。但し、この θ の数値限定は上述した内部欠陥の平方根長さと関係があり、平方根長さが 0.3 mm 以下でないとき長寿命効果が得られないことも確認された。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の一例を図を参照して説明する。図1は本発明の実施の形態の一例である複列の自動調心ころ軸受を説明するための要部断面図、図2は軌道輪の転走面に対する材料のファイバーフローの角度 θ （軌道輪のファイバーフローところとの接する角度 θ ）の定義を説明するための説明図、図3は超音波探傷検査装置の概略図、図4は内輪の軸線と材料のファイバーフローが平行な状態を示す図、図5は非金属介在物の平方根長さと軸受寿命との関係を示すグラフ図、図6はファイバーフロー角度と軸受寿命比との関係を示すグラフ図である。なお、この実施の形態では、ころ軸受として複列の自動調心ころ軸受（以下、自動調心ころ軸受という）を例に採る。

【0017】この自動調心ころ軸受30は、図1に示すように、内輪31の2列の軌道溝31a、31bと外輪32の軌道面32aとの間に二列のころ33が保持器34を介して周方向に転動可能に介装されている。そして、この実施の形態では、内輪31および外輪32のうちの少なくとも一方の軌道輪のファイバーフローところ33との接する角度 θ が 15° 以下、好ましくは 10° 以下であり、且つ、軌道面全周×最大せん断応力深さ＝被検体積とした場合に、該被検体積内に存在する非金属介在物、地傷、開口クラック等の欠陥の平方根長さが 0.3 mm 以下であることが超音波探傷検査装置等による非破壊検査により検証されており、これにより、ころ33と内、外輪31、32との間にすべりが生じ易く、且つ、異物が侵入しない潤滑状態が良好な環境下での転がり疲れ寿命の延長を図ることができるようになっている。

【0018】ここで、欠陥の平方根長さとは、欠陥の形状が線状である場合（線状欠陥）は、その長さ L と幅 D との積の平方根 $(L \times D)^{1/2}$ を平方根長さとし、欠陥の形状が粒状、球状又は塊状である場合（非線状欠陥）は、その最大径（長軸径） D_1 と最小径（短軸径） D_2 との積の平方根 $(D_1 \times D_2)^{1/2}$ を平方根長さとする。

【0019】また、軌道輪のファイバーフローところ33との接する角度 θ とは、軌道輪の転走面に対する材料のファイバーフローの角度 θ と同義であり、図2で内輪31を例に採って説明すると、この θ は複列の2つの軌道溝31a、31bによって2つ（ θ_1 、 θ_2 ）でき、軸心Oから軌道溝範囲の内端と外端を結ぶ範囲の中点 g_1 、 g_2 の軌道溝表面上の接線とファイバーフローとのなす角度で θ_2 （ θ_1 ）を定義する。なお、小さい方 θ_1 と大きい方 θ_2 があるが、大きい方の角度 θ_2 に寿命は支配されるため、内輪31の場合は θ_2 を用い、後述する図6および表2についてもこの角度 θ_2 を用いて整理した。

【0020】また、円すいころ軸受や円筒ころ軸受の場

合のファイバーフローとのなす角度は、上記の自動調心ころ軸受のように球面とはなっておらず、軌道溝表面上の接線は軌道面そのものとなる。従って、この場合は、ファイバーフローの角度は、軌道輪の軸線を含む断面において軌道面とのなす角度で定義される。次に、図3を参照して、特開平11-337530号公報に開示された超音波探傷検査装置を説明すると、この装置は、少なくとも軸受リング（内輪、外輪）の最大せん断応力位置よりも深い表面下2mmまでを入射角 $10\sim 30^\circ$ 、好ましくは $25\sim 30^\circ$ の斜角探傷法で探傷し、更に、該斜角探傷法による探傷範囲よりも深い範囲を入射角 $0\sim 10^\circ$ 、好ましくは $0\sim 5^\circ$ の垂直探傷法を用いて探傷して前記軸受リングの全断面を探傷するものであり、図3において符号1は超音波伝達媒体としての水が貯留された水槽、該水槽1内には軸受リング2としての自動調心ころ軸受の内輪（又は外輪）、及び超音波探傷用探触子3がそれぞれ水に浸漬された状態で配置されている。

【0021】なお、超音波探傷用探触子3から軸受リングに送信する超音波は周波数30MHz以下とされている。軸受リング2は水槽1内に水平方向に互いに離間配置された二個のプーリ4に載置されており、各プーリ4及び回転駆動用モータ5のモータ軸に固定されたプーリ6にはベルト7が正三角形に巻き掛けられている。

【0022】回転駆動用モータ5はモータ駆動用制御アンプ8を介して制御装置9によって制御されるようになっており、回転駆動用モータ5の駆動により各プーリ4に載置された軸受リング2が所定の速度で回転するようになっている。なお、制御装置9は、CRT等の表示手段を備えたパーソナルコンピュータ等で構成されている。

【0023】超音波探傷用探触子3は軸受リング2の軸方向に沿って移動可能に配置されたリニアガイド装置10のXYステージ12に探触子取付具13を介して取り付けられており、取付状態においては軸受リング2の内周面に対向配置されている。超音波探傷用探触子3は超音波探傷装置14からの電圧信号に応じて超音波パルスを軸受リング2の内周面に向けて送信すると共にその反射エコーを受信し、これを電圧信号に変換して超音波探傷装置14に送信する。

【0024】超音波探傷装置14は制御装置9からの指令に基づいて超音波探傷用探触子3に電圧信号からなる指令信号を送信するとともに、送信した信号と受信した信号とを基にして得られた探傷情報を制御装置9に送信し、制御装置9がこれをCRT上に表示する。リニアガイド装置10はリニアガイド用コントローラ16によって制御される図示しないサーボモータを介して超音波探傷用探触子3を軸受リング2の軸方向に移動させるようになっている。

【0025】リニアガイド用コントローラ16は軸受リング2の外周面に設置されたロータリエンコーダ15に

よって軸受リング2が一回転（ 360° ）したことが検知されると、制御装置9からの指令に基づいてサーボモータを制御して超音波探傷用探触子3を軸受リング2の軸方向に所定寸法移動させる。これにより、軸受リング2の全断面の探傷がなされるようになっている。

【0026】

【実施例】（実施例1）自動調心ころ軸受（呼び番22211）を用いて、軸受軌道面に存在する非金属介在物の平方根長さおよび深さと軸受寿命との関係の評価を行った。非金属介在物の評価は図3の超音波探傷検査装置にて検査を行った。

【0027】非金属介在物と軸受寿命の相関を調査するにあたり、通常の鋼を使用すると非金属介在物の発生頻度が低いため、効果的に所定の非金属介在物を選別する目的で、あえて清浄度の劣る鋼（鋼種：SUJ2）を溶解し、試験用素材として使用した。そして、清浄度の劣るSUJ2を素材として、自動調心ころ軸受の内輪を製作し、熱処理、研削後、超音波探傷にて非金属介在物の有無（非金属介在物の平方根長さおよび深さ）を調査して表1に示すNo. 1～No. 9の自動調心ころ軸受をそれぞれ製作した。なお、自動調心ころ軸受の外輪およびころについては、通常の清浄度の優れる流通材（SUJ2）を使用し、内輪と同様の手順にて製作した。また、外輪およびころは、予め超音波探傷により、大きな非金属介在物が検出されなかったものを選別し使用した。

【0028】本実施例で製作した自動調心ころ軸受（内輪、外輪、ころ）の素材取り方向は、何れも材料のファイバーフローの方向が軸受の軸方向と平行になる角度で行った。図4に内輪（内輪外径65mm、内径55mm、幅25mm）とファイバーフローの位置関係を示す。超音波探傷の条件は以下の通りとした。

【0029】探触子：焦点型探触子およびフラット型探触子（振動子径6.5mm）

周波数：5MHz～10MHz

入射角： 19° 、 27° （屈折角： 45° 、 90° ）

実施例に用いるNo. 1～No. 9の自動調心ころ軸受の選定に先立ち、予備探傷検査により幾つかの欠陥軸受を検出し、欠陥部の超音波反射エコーの検出範囲（大きさ）およびビーム路程（超音波の時間軸）の情報と、その欠陥部を切断検査して検出した実欠陥（非金属介在物）の大きさおよび深さより、双方の相関関係を予め調査しておき、本実施例の非金属介在物を有する自動調心ころ軸受の選定（大きさ、深さ推定）に供した。

【0030】次に、軸受寿命試験は異物が混入しないように管理された潤滑油を使用し、潤滑油が軸受中に十分行きわたる構造を持った回転試験機を用いて行った。試験条件を以下に示す。

軸受：自動調心ころ軸受 呼び番22211

試験荷重：ラジアル荷重35000N、アキシアル荷重

7000N

軸受回転速度: 1500min⁻¹

潤滑油: VG68相当鉱物油

寿命試験の打ち切り時間は、JISB1518による転がり軸受の計算寿命が143hrのため、倍を超える300hrとした。また、はくりが発生した場合、超音波による非金属介在物の発見位置とはくり位置の相関をみ

るため、超音波検査後、欠陥位置の軸方向に延長した端面に印をつけ、検証を行った。

【0031】表1および図5に寿命試験を行った結果を示す。

【0032】

【表1】

No.	非金属介在物の平方根長さ(mm)	寿命(hr)	非金属介在物深さ
1	0.13	300(中断)	Z ₀ 以内
2	0.22	300(中断)	
3	0.30	300(中断)	
4	0.45	290	
5	0.50	272	
6	0.55	140	
7	0.60	60	
8	0.75	50	
9	0.75	300(中断)	Z ₀ 越え

【0033】表1および図5から明らかなように、非金属介在物の平方根長さを0.5mm以下(No. 1~No. 5)とすることである程度長寿命なことが判り、さらに平方根長さを0.3mm以下(No. 1~No. 3)とすることで、300hrを越えてもはくりせず、中断となった。従って、好ましくは非金属介在物の平方根長さを0.3mm以下とすることで更に長寿命となることが判る。

【0034】一方、非金属介在物の平方根長さが0.5mmを越えるものは(No. 6~No. 8)計算寿命以下ではくりするなど短寿命な結果となった。また、これらは何れも非金属介在物の存在深さが最大せん断応力位置(Z₀)より浅い軸受の実施例であるが、Z₀より深い位置に存在する場合、非金属介在物の平方根長さが0.5mmを大きく越える0.75mmの例であっても、300hrを超えるまではくりは発生せず、長寿命であった。

【0035】以上の結果から、使用中に滑り等が生じる場合がある自動調心ころ軸受について、軌道面表面およびZ₀以内と表面近傍に介在物が存在した場合の寿命特性を評価した結果、非金属介在物の平方根長さを0.5mm以下、好ましくは0.3mm以下と保証することで、安定的に長寿命化が図れることが判った。

(実施例2)次に、自動調心ころ軸受(呼び番22211)を用いて、内輪のファイバーフローとところとの接する角度 θ と、軌道面に存在する非金属介在物の平方根長さおよび寿命の関係の評価を行った。非金属介在物の評価は、実施例1と同様に、図3の超音波探傷検査装置にて検査を行った。

【0036】内輪のファイバーフローとところとの接する角度 θ とは、上述したように、軸受を製造する際、素材となる鋼材より軌道面に対するファイバーフローの角度

θ が任意の角度になるように、図2を参照して、内輪の軸線と素材(円柱材)の軸線とのなす角度 α を種々変化させて素形リングを削り出し、その後、実施例1と同様の工程にて $\theta=0\sim90^\circ$ の内輪を製作して表2に示すNo. 10~No. 18の自動調心ころ軸受を製作した。尚、この場合の内輪の素材も上記実施例1と同様に、非金属介在物の発生頻度の観点からあえて清浄度の劣る鋼材を溶解し、それを用いた。また、外輪およびころについても、実施例1と同様に、通常の清浄度の優れる流通材を用いて、一般的な方法で製作し、転走面に対する材料のファイバーフローの角度は軸受の軸方向と平行とした。

【0037】超音波探傷の条件は以下の通りとした。
探触子: 焦点型探触子およびフラット型探触子(振動子径6.5mm)

周波数: 5MHz~10MHz

入射角: 19°, 27°(屈折角: 45°, 90°)

実施例に用いるNo. 10~No. 18の自動調心ころ軸受の選定に先立ち、予備探傷検査により幾つかの欠陥軸受を検出し、欠陥部の超音波反射エコーの検出範囲(大きさ)およびビーム路程(超音波の時間軸)の情報と、その欠陥部を切断検査して検出した実欠陥(非金属介在物)の大きさ、深さより、双方の相関関係を予め調査しておき、本実施例の非金属介在物有りの自動調心ころ軸受の選定(大きさ、深さ推定)に供した。また、超音波の入射方向は常にファイバーフローに対して直角になるように変更して探傷を行った。

【0038】次に、実施例1と同様の回転試験機を用いて軸受の寿命試験を行った。試験条件を以下に示す。

軸受: 自動調心ころ軸受 呼び番22211

試験荷重: ラジアル荷重35000N、アキシヤル荷重7000N

軸受回転速度：1500min⁻¹

潤滑油：VG68相当鉱物油

寿命試験の評価方法は、UT試験において各々のファイバーフロー毎で非金属介在物の平方根長さ0.1~0.3mm範囲かつその深さがいずれも最大せん断応力位置(Z0)以内の軸受内輪(No. 10~No. 17)を10個ずつ選別し、各種類毎にワイブル関数分布に基づくL10寿命を調査した。そして、内輪のファイバーフ

ローところとの接する角度 θ (以下、ファイバーフロー角度 θ という)が0°(直角)の時のL10寿命を1(No. 10)として、 θ を変える毎のL10寿命を寿命比として評価した。

【0039】表2および図6に寿命試験を行った結果を示す。

【0040】

【表2】

No.	ファイバーフロー角度 θ (°)	寿命比	非金属介在物
10	0	1.00	長さ0.1~0.3mm 深さZ0以内
11	5	0.98	
12	10	0.96	
13	15	0.88	
14	20	0.70	
15	30	0.65	
16	45	0.65	
17	90	0.57	
18	45	0.98	Z0越え

【0041】表2および図6から明らかなように、ファイバーフロー角度 θ を15°以下(No. 10~No. 13)とすることで、寿命比に大きな差が見られないことが判る。さらにファイバーフロー角度 θ を10°以下とすることで $\theta=0°$ の場合との寿命差が5%以下になることが判った。従って、ファイバーフロー角度 θ を10°以下とすることが好ましい。

【0042】一方、ファイバーフロー角度 θ が15°を越え20°以上になると $\theta=0°$ の場合との寿命差が30%以上となり、短寿命傾向になることを示している。また、ファイバーフロー角度 θ を45°とした場合でも、非金属介在物の存在深さがZ0を越える例では寿命比が0.98と殆ど影響を及ぼさないことが判る。

【0043】以上の結果から、自動調心ころ軸受において、内、外輪のうちの少なくとも一方の軌道輪のファイバーフローところとの接する角度が15°以下であり、軌道面全周×最大せん断応力深さの被検体積内に存在する非金属介在物の平方根長さが0.3mm以下であることが、非破壊検査により検証されている軸受とすることで、長寿命軸受となることが判る。

【0044】

【発明の効果】上記の説明から明らかなように、本発明

によれば、ころと内、外輪との間にすべりが生じ易く、且つ、異物が侵入しない潤滑状態が良好な環境下での転がり疲れ寿命の延長を図ることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例である複列の自動調心ころ軸受を説明するための要部断面図である。

【図2】軌道輪の転走面に対する材料のファイバーフローの角度 θ の定義を説明するための説明図である。

【図3】超音波探傷検査装置の概略図である。

【図4】内輪の軸線と材料のファイバーフローが平行な状態を示す図である。

【図5】非金属介在物の平方根長さと軸受寿命との関係を示すグラフ図である。

【図6】ファイバーフロー角度と軸受寿命比との関係を示すグラフ図である。

【符号の説明】

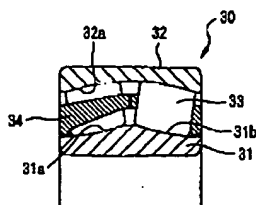
30…自動調心ころ軸受

31…内輪

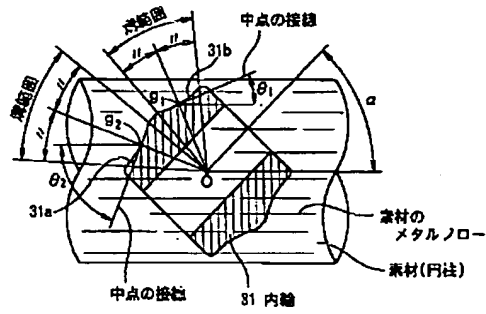
32…外輪

33…ころ

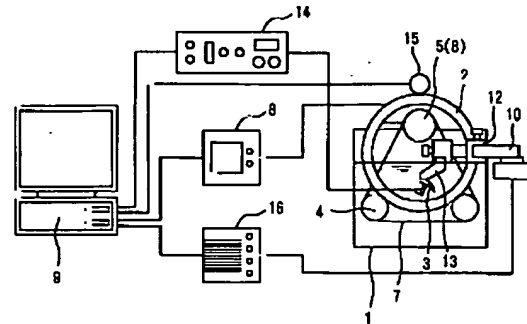
【図1】



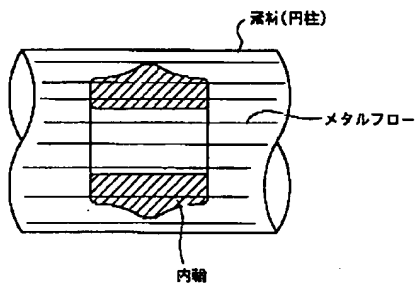
【図2】



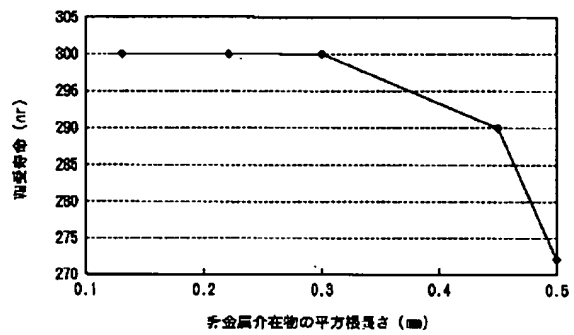
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

